

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

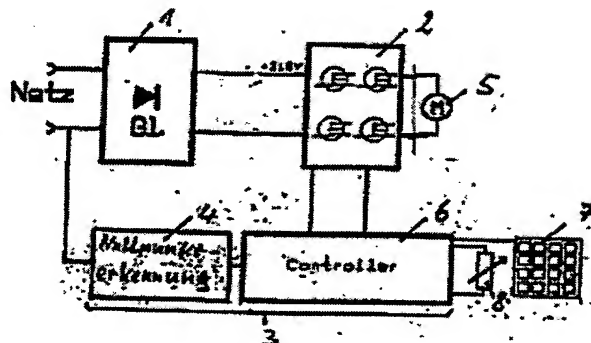
**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

Supply for AC load, such as AC motor

Patent number: DE4428682
Publication date: 1996-02-15
Inventor: PLENER HELMUT (DE); TRITT GERHARD (DE);
MEGERLE WALTER (DE)
Applicant: SEUFFER ROBERT GMBH & CO (DE)
Classification:
- **international:** H02M7/48; H02M1/12
- **european:** H02P7/62D, H02P7/622C, H02M1/00B, H02M5/458,
H02P7/29, H02P7/292
Application number: DE19944428682 19940812
Priority number(s): DE19944428682 19940812

Abstract of DE4428682

An AC load is supplied by a pulsed current, the switching being done electronically. DC-DC converter technology is used. Information about the load current drawn from the mains is stored and by controlling the mark-space ratio of the switching, the load is controlled. In the pauses or gaps between the current pulses, reverse current flows in free-wheel circuits parallel to the load. The electronic switch uses pulse-width modulation (PWM). The load is at the output of an inverter supplied with a pulsating DC voltage containing sinewave information and switched at a rate depending on the sinewave frequency. The inverter is reversed at the zero crossing points of the sine waveform.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 28 682 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 02 M 7/48
H 02 M 1/12

②1 Aktenzeichen: P 44 28 682.1
②2 Anmeldetag: 12. 8. 94
④3 Offenlegungstag: 15. 2. 96

DE 44 28 682 A 1

⑦1 Anmelder:

Robert Seuffer GmbH & Co, 75365 Calw, DE

⑦4 Vertreter:

Pfenning, J., Dipl.-Ing., 10707 Berlin; Meinig, K.,
Dipl.-Phys., 80336 München; Butenschön, A.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte; Bergmann, J.,
Dipl.-Ing., Pat.- u. Rechtsanwäl., 10707 Berlin; Nöth, H.,
Dipl.-Phys.; Reitzle, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Kraus, H., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 80336 München

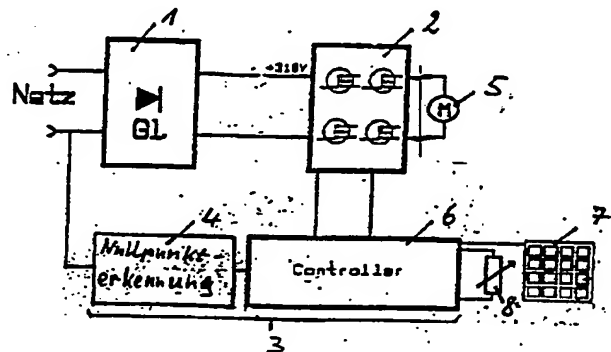
⑦2 Erfinder:

Megerle, Walter, 75181 Pforzheim, DE; Tritt,
Gerhard, 72218 Wildberg, DE; Plener, Helmut, 81249
München, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Versorgung einer Wechselstromlast

⑤7 Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Versorgung einer Wechselstromlast, bei denen die Wechselstromlast 5 über einen Wechselrichter 2 versorgt wird. Der insbesondere als Brückenendstufe ausgebildete Wechselrichter ist mit einer die Sinusinformation der Wechselversorgungsspannung (Netzspannung) enthaltenden pulsierenden Gleichspannung versorgt, wobei während einer jeweiligen Halbwelle der pulsierenden Gleichspannung ein gleichbleibendes Tastverhältnis, das dem der Wechselstromlast 5 zuzuführenden Effektivstrom entspricht, beibehalten wird und bei jedem Nulldurchgang der Versorgungswechselspannung umgekehrt wird (Fig. 1).



DE 44 28 682 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Versorgung einer Wechselstromlast, bei denen die Wechselstromlast über einen Wechselrichter, der von einer gleichgerichteten Wechselspannung versorgt ist, mit einem Effektivstrom versorgt wird, der durch das Tastverhältnis (Puls-Pausenverhältnis), mit welcher der Wechselrichter betrieben wird, eingestellt wird.

Es ist bekannt, durch Vorschaltwiderstände oder durch Phasenanschnittsteuerung eine Wechselstromlast, beispielsweise einen Wechselstrommotor, zu steuern. Ferner ist es bekannt, die Last über einen als zur Zehnerbrücke ausgebildeten Wechselrichter, welcher die Endstufe bildet, anzusteuern. Die Endstufe wird dabei von einer gleichgerichteten Netzspannung versorgt. Für einen möglichst konstanten Gleichstrom sorgt ein Gleichrichter mit nachgeschaltetem Siebelektrolytkondensator. Die Endstufe wird mit einer Mittelfrequenz von z. B. 20 kHz getaktet. Das Schaltverhältnis bzw. Tastverhältnis (Puls-Pausenverhältnis) für den Betrieb der in der Endstufe enthaltenen Schaltelemente wird die Sinuskurve der Wechselspannung, insbesondere der Netzfrequenz folgend, ständig verändert, um eine Regelung des der Wechselstromlast, insbesondere des Wechselstrommotors zugeführten Effektivstroms zu erhalten. Die Generierung der Motorstromkurve erfolgt durch Aneinanderfügen der von einem Controller berechneten Mittelfrequenzperioden, die quarzgenau und unabhängig von der Versorgungsspannungsfrequenz (Netzfrequenz) in kurzen Zeiträumen, beispielsweise 20 ms vom minimalen zum maximalen Tastverhältnis wechseln. Es sind daher eine erhebliche Anzahl an Mittelfrequenzperioden mit jeweils sich änderndem Tastverhältnis erforderlich. Bei einer Mittelfrequenz von z. B. 20 kHz und Netzfrequenz (20 kHz/50 Hz) sind für eine 50 Hz-Motorstromperiode 400 Mittelfrequenzperioden mit jeweils sich änderndem Tastverhältnis erforderlich. Häufig behilft man sich in der Praxis damit, daß die Sinuskurve durch eine Treppenfunktion ersetzt wird, um nicht alle Werte berechnen zu müssen. Dies führt natürlich zu einer Verzerrung der Sinuskurve. Andererseits ist für die jeweilige Neuberechnung des momentanen Tastverhältnisses zur Erzeugung des sinusförmigen Motorstroms ein erheblicher Rechenaufwand und Rechengeschwindigkeit erforderlich, da alle 50 μ s (20 kHz) ein neuer Ansteuerwert berechnet und aus Tabellen beschafft werden muß. Außerdem wird durch den Siebelektrolytkondensator hinter dem Gleichrichter die Stromaufnahme aus dem Netz stark verzerrt. Um dies zu verhindern, sind Vorschaltkonverter erforderlich. In der Praxis werden die im Controller erzeugten Schaltzeiten von einem Quarz abgeleitet, da die Information über den zeitlichen Verlauf (Sinus) der Wechselspannung (Netzspannung) durch den Elektrolytkondensator verloren geht. Bei unterschiedlichen Netzspannungsfrequenzen muß daher die Einheit geändert werden.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei denen mit vereinfachten Hilfsmitteln eine gesteuerte Versorgung einer blindanteilbehafteten Wechselstromlast errichtet wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß beim Verfahren durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Bei der Vorrichtung wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale der Pa-

tentansprüche 10 und 13 gelöst.

Bei der Erfindung wird für den Laststrom die Sinusform des aus dem Versorgungsnetz gezogenen Wechselstroms beibehalten. Zur Steuerung der von der Last abgegebenen Leistung wird das Tastverhältnis, mit dem der Laststrom ein- und ausgeschaltet wird, entsprechend eingestellt.

Hierzu können bei einer ersten Ausführungsform parallel zur Wechselstromlast schaltbare Freilaufkreise, die z. B. jeweils eine Freilaufdiode enthalten, vorgesehen sein. Die in den Pausen des Tastverhältnisses auftretenden Reversströme werden dann gegenphasig gesteuert den Freilaufkreisen zugeführt. Zur Einstellung des Tastverhältnisses genügt ein ungepoltes Schaltelement, welches in der Lage ist, Wechselstrom in schneller Folge aus- und einzuschalten. Mit geeigneter Pulsweitenmodulation kann das Schaltelement in schneller Folge z. B. mit 20 kHz ein- und ausgeschaltet werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird die Wechselstromlast über einen Wechselrichter versorgt. Dabei erhält der Wechselrichter eine Sinusinformation der Wechselspannung enthaltende pulsierende Gleichspannung und wird in einem von der Wechselspannungsfrequenz abhängigen Takt umgeschaltet, wobei während einer jeweiligen Halbwelle der pulsierenden Gleichspannung ein gleichbleibendes Tastverhältnis beibehalten wird und das Tastverhältnis bei jedem Umschalten des Wechselrichters umgekehrt wird.

Im Gegensatz zur herkömmlichen Technik ist der Siebelektrolytkondensator nicht mehr erforderlich. Die am Gleichrichter anliegende pulsierende Gleichspannung, welche die Sinusinformation der Versorgungsspannung, insbesondere Netzspannung beinhaltet und bei der lediglich beispielsweise die negative Halbwelle nach oben geklappt ist, wird zur Versorgung der Endstufe verwendet. Hierbei wird der Vorteil erzielt, daß das Tastverhältnis (Puls-Pausenverhältnis) der Endstufenschaltfrequenz im Verhältnis zur bekannten Technologie mit erheblich verringerter Taktfrequenz, d. h. doppelter Versorgungsspannungsfrequenz (z. B. 100 Hz bei 50 Hz Netzfrequenz) umgeschaltet wird.

Durch Wegfall des Siebkondensators entfällt die stark kapazitive Impedanz und die dadurch bedingte pulsförmige Stromaufnahme in den kurzen Zeitbereichen, in denen die Netzspannung die Spannung am Siebelektrolytkondensator übersteigt. Die bei der Erfindung erzielte Kurve des aus dem Netz gezogenen Stromes ist sinusförmig. Für die Steuerung des Tastverhältnisses, des Taktes der Umschaltung und der Umkehrung des Tastverhältnisses beim Betrieb der Endstufe können einfache Mikroprozessoren verwendet werden im Gegensatz zur herkömmlichen Technik, bei welcher bei 50 Hz Netzfrequenz zu Beginn jeder neuen Periode der Schaltfrequenz (50 μ s bei 20 Hz) ein neues Tastverhältnis berechnet oder aus Tabellen ausgelesen werden mußte. Um der Tastverhältnisänderung einer Sinuskurve folgen zu können, genügt es, wenn in bedeutend längeren Zeitintervallen, z. B. bei Netzfrequenz (50 Hz) das Tastverhältnis in 10 ms-Intervallen eingestellt wird. Durch den Einsatz einfacherer Mikroprozessoren in Verbindung mit der vereinfachten Art der Ansteuerung der Endstufe erreicht man eine höhere Flexibilität der benötigten Software und erhebliche Kosteneinsparungen. Außerdem gibt es keine Verzerrungen des Motorstroms, welche sich durch sägezahnförmige Spannungseinbrüche am Siebelektrolytkondensator der herkömmlichen Technik, verursacht durch die endliche Zeitkonstante des Kondensators in Zusammenhang mit dem

Verbraucherstrom bei der impulsartigen Nachladung im doppelten Wechselspannungsfrequenztakt, ergaben.

Vorschaltbaugruppen, welche eine sinusförmige Stromaufnahme des Verbrauchers bzw. der Last gewährleisten, sind bei der Erfindung nicht erforderlich, da diese netzsynchron arbeitet.

Anhand der Figuren wird die Erfindung noch näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 schematisch ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 2 ein Schaltbild einer beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1 anwendbaren Endstufe;

Fig. 3 Kurvendarstellungen zur Erläuterung des Betriebs des in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiels; und

Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Bei der in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsform wird die vom Netz gelieferte Versorgungsspannung (z. B. 50 Hz), welche in Fig. 3 in der Kurvendarstellung (A) dargestellt ist, gleichgerichtet. Die Ausgangsspannung des Gleichrichters 1 ist in der Kurvendarstellung (B) der Fig. 3 dargestellt. Es handelt sich um eine pulsierende Gleichspannung (z. B. Spitzenwert + 310 V), welche die Sinusinformation der Netzspannung enthält, wobei lediglich die negative Halbwelle nach oben geklappt ist. Die Endstufe 2, welche als Wechselrichter ausgebildet ist, wird mit dieser pulsierenden Gleichspannung versorgt.

Die Endstufe 2 (Wechselrichter) kann als Brückenendstufe, bestehend aus vier Schaltelementen S1—S4 (Fig. 2), ausgebildet sein. Die vier Schaltelemente werden von einem Controller 6 einer Umschalteneinrichtung 3 in der Weise angesteuert, daß jeweils die Schaltelemente S1 und S4 sowie S2 und S3 jeweils paarweise gleichphasig schalten. Wenn die Brückendiagonale S1 und S4 ein ist, ist die andere Brückendiagonale S2 und S3 aus. Dies führt zu einem positiven Stromfluß im Motor. Wenn die Brückendiagonale S2 und S3 einschaltet und die andere Diagonale S1 und S4 aus ist, kehrt sich der Stromfluß auf negativ um. Die Ansteuerung erfolgt durch zwei Ansteuersignale, welche 180° Phasenverschiebung aufweisen und zwischen den beiden Brückendiagonalen umschalten. Diese beiden Ansteuersignale werden vom Controller 6 der Umschalteneinrichtung 3 geliefert. Zur Veranschaulichung ist nur ein Einphasensystem dargestellt. Bei einem Drehstromsystem besteht die Endstufe aus drei Halbbrücken. Als Schaltelemente werden bevorzugt Halbleiterschalter verwendet. Es treten praktisch keine Wärmeverluste auf. Man erreicht einen Wirkungsgrad von etwa 97%.

Durch den Controller 6 wird ferner ein Tastverhältnis (Puls-Pausenverhältnis) für den Versorgungsstrom eingestellt. Um oberhalb der Hörbarkeitsgrenze zu arbeiten, wird die Schaltfrequenz des Tastverhältnisses beispielsweise auf 20 kHz eingestellt. Da die Sinusinformation bereits durch die pulsierende Gleichspannung (Kurvenverlauf B in Fig. 3) geliefert wird, ist es nicht mehr erforderlich, durch das Tastverhältnis diese Sinusinformation zu liefern. Das Tastverhältnis kann daher während einer jeweiligen Halbwelle der pulsierenden Gleichspannung konstant gehalten werden. Es wird lediglich beim jeweiligen Nulldurchgang der Wechselspannung das Tastverhältnis umgekehrt bzw. gewechselt, beispielsweise von 90% auf 10%, wie es in der Kurvendarstellung (C) der Fig. 3 dargestellt ist. Das während einer Halbwelle konstante Tastverhältnis, welches größer als 50% ist (z. B. 90%) ist mit +J und das Tastverhältnis, welches kleiner 50% ist (z. B. 10%), ist

mit -J bezeichnet. Bei einem Tastverhältnis von 50% ist die Brückendiagonale S1 und S4 während einer Schaltperiode genau so lang ein wie die andere Brückendiagonale S2 und S3. Der Motorstrom fließt dann genau so lange in die eine wie in die andere Richtung. Der Motor liefert dann ein Drehmoment Null, da die Motorinduktivität den Strom aufintegriert.

Bei einem Tastverhältnis der Schaltperiode (z. B. 20 kHz = 50 µs) von größer 50%, z. B. 90%, ist die Brückendiagonale S1 und S4 pro Taktperiode länger ein als die andere Brückendiagonale S2 und S3. Der durch die Motorinduktivität aufintegrierte Strom über den Motor ist dann positiv. Bei einem Tastverhältnis unter 50%, beispielsweise bei 10%, ist die Brückendiagonale S2 und S3 länger ein als die Brückendiagonale S1 und S4. Der durch die Motorinduktivität aufintegrierte Strom über den Motor ist dann negativ.

Wie schon erläutert und aus der Kurvendarstellung (C3) der Fig. 3 zu ersehen ist, ist das Tastverhältnis während der jeweiligen Halbwelle der gleichgerichteten Spannung gleichbleibend und wird nicht geändert, da die Sinusinformation der Netzspannung durch die pulsierende Halbwelle geliefert wird. Das Tastverhältnis der Endstufenschaltfrequenz muß nur noch in einem Takt mit doppelter Frequenz der Versorgungswechselspannung (Netzspannung) umgekehrt werden. Bei einer Netzfrequenz von 50 Hz erfolgt der Tastverhältniswechsel bzw. die Tastverhältnisumkehrung im 100 Hz-Takt.

Die Brückenendstufe 2 kann auch als Mischstufe betrachtet werden, wobei die Sinusinformation mit der pulsierenden Gleichspannung gemäß Kurve (B) der Fig. 3 zugeführt wird. Die Endstufe 2 ist im Bereich einer Halbwelle der pulsierenden Gleichspannung als verlustarmer Widerstand zu betrachten. Für den Betrieb der Endstufe wird bei Beginn der positiven Halbwelle der pulsierenden Gleichspannung das Tastverhältnis auf einen Wert eingestellt, welcher der vom Verbraucher abzugebenden Leistung beispielsweise 90% entspricht, und während der gesamten Halbwelle beibehalten. Während der negativen Halbwelle der Versorgungswechselspannung (Netzspannung) wird das Tastverhältnis auf die andere Seite, d. h. auf 10%, umgeschaltet. Am Motor ergibt sich beim dargestellten Ausführungsbeispiel eine Effektivspannung zu $310 \text{ V} \times 0,8$.

Die Umkehrung des Tastverhältnisses erfolgt gesteuert von den Nulldurchgängen der Versorgungswechselspannung (Netzspannung). Hierzu ist eine Nullpunkterkennungsschaltung 4 vorgesehen. Diese bewirkt den jeweiligen Taktverhältniswechsel beim Nulldurchgang durch den Controller 6.

Von der Versorgungswechselspannung (Netzspannung) aus betrachtet, die sinusförmig ansteigt und wieder abfällt, arbeitet die Endstufe 2 wie ein Widerstand, dessen Wert durch das während einer Halbwelle gleichbleibende Tastverhältnis eingestellt wird. Der im Motor aufintegrierte Strom wird daher wieder sinusförmig und hat den in der Kurve (D) der Fig. 3 erwünschten sinusförmigen Verlauf. Dies wird erreicht durch die erläuterte dynamische netzgeführte Endstufen-, insbesondere Brückenumschaltung.

Die Einstellung des Controllers 6 kann mit Hilfe einer Einstelleneinrichtung, welche Potentiometern 8 oder Tastaturen 7 und/oder andere ähnlich wirkende Baugruppen aufweist, erfolgen. Insbesondere das Tastverhältnis für den Versorgungsstrom läßt sich auf diese Weise einstellen. Wenn als Verbraucher 5 ein Wechselstrommotor verwendet wird, gewinnt man durch die Anordnung

einen Motorsteller, beispielsweise einen Mittelfrequenz-Motorsteller. Der sinusförmige Verbraucherstrom (Kurve D in Fig. 3) wird erreicht durch Aneinanderfügen der Mittelfrequenzperioden, welche durch das vom Controller voreingestellte gleichbleibende Tastverhältnis bestimmt sind.

Bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel dienen Klemmen K1 und K2 zur Versorgungsspannungszuführung. Mit dem Wechselstromverbraucher M, welcher ein Elektromotor sein kann, ist im Laststromkreis in Reihe geschaltet ein ungepoltes Schaltelement S3, welches in der Lage ist, Wechselstrom in schneller Folge aus- und einzuschalten. Ein schneller Schalttransistor ist hierfür geeignet.

Parallel zur Wechselstromlast M sind Freilaufkreise für die negative Halbwelle und für positive Halbwelle des Laststromes geschaltet. Die Freilaufkreise enthalten jeweils eine Freilaufdiode D1 bzw. D2, die von Schaltelementen S1 und S2 parallel zur Wechselstromlast M in Abhängigkeit von der vorherrschenden Halbwelle geschaltet werden. Dies kann spannungs- oder stromsynchron geschehen.

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt das Schalten der Schaltelemente S1 und S2 stromsynchron. Hierzu wird der Laststrom mit Hilfe eines Stromwandlers Tr, welcher als Transformator ausgebildet sein kann, erfaßt. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel geschieht dies in der Primärwicklung des Transformators. Der erfaßte Strom wird auf die beiden Sekundärwicklungen abgebildet, die so geschaltet sind, daß die Schaltelemente S1 und S2 gegenphasig gesteuert werden. Diese gegenphasige Steuerung erfolgt im Takt des Laststromes, der die Frequenz der an den Klemmen K1 und K2 anliegenden Versorgungswechselspannung besitzt. Aufgrund der Induktivität der Wechselstromlast M ist der Laststrom weitgehend von Anteilen der Hilfsfrequenz, mit der das Schaltelement 3 betrieben wird, z. B. 20 kHz befreit.

In der Fig. 4 ist eine einphasige Umrichterstufe mit einem Wechselstrommotor als Last dargestellt. Es können auch mehrphasige Anordnungen (z. B. drei Phasen) zum Einsatz kommen. Die dargestellte Anordnung kann sowohl bei Wechsel- als auch Drehstromnetzen zum Einsatz kommen, wobei auch andere Lasten mit Blindanteilen, insbesondere Induktivitäten, verlustarm und einfach gesteuert werden können.

Die in der Fig. 4 dargestellte Vorrichtung arbeitet wie folgt:

In der positiven Halbwelle ist die Klemme K1 positiv gegenüber der Klemme K2. Das Schaltelement S1, welches über den Stromwandler Tr halbwellenabhängig gesteuert wird, schaltet die Freilaufdiode D1 parallel zur Wechselstromlast M. Das Schaltelement S2 ist ausgeschaltet, so daß die Freilaufdiode D2 im anderen Freilaufkreis (negative Halbwelle) inaktiv ist. Das Schaltelement S3 wird mittels geeigneter Pulsweitenmodulation (PWM) in schneller Folge z. B. mit 20 kHz ein- und ausgeschaltet. In der Lastphase fließt der Strom über K1, M, Tr und das geschlossene Schaltelement S3 zur Klemme K2. In der Freilaufphase (Pause des Tastverhältnisses), in welcher das Schaltelement S3 geöffnet ist, kann der Strom im Freilaufkreis für die positive Halbwelle von der Wechselstromlast M über den Stromwandler Tr, das Schaltelement S1 und die Freilaufdiode D1 weiterfließen.

In der negativen Halbwelle ist die Klemme K1 negativ gegenüber der Klemme K2. Das Schaltelement S2 wird jetzt gesteuert vom Stromwandler Tr eingeschal-

tet, so daß die Freilaufdiode D2 aktiviert ist. Die Freilaufdiode D1 ist inaktiv. Das Schaltelement S3 wird, wie schon erläutert, über die geeignete Pulsweitenmodulation ein- und ausgeschaltet. In der Lastphase bei geschlossenem Schaltelement S3 fließt der Strom über die Klemme K2, das geschlossene Schaltelement S3, den Stromwandler Tr und die Wechselstromlast M zur Klemme K1. In der Freilaufphase (Pause des Tastverhältnisses), in welcher das Schaltelement S3 geöffnet ist, kann der Strom im Freilaufkreis für die negative Halbwelle von der Wechselstromlast M über den Stromwandler Tr die Freilaufdiode D2 und das Schaltelement S2 weiterfließen.

Während beider Halbwellen kann über das Tastverhältnis des Schaltelements S3 der effektive Wechselstrom der Last M eingestellt werden. Das Tastverhältnis bleibt fest eingestellt, solange die Leistung an der Last nicht verändert werden soll. Auf diese Weise wirkt das Schaltelement S3 zusammen mit den im Takt des Laststromes geschalteten Freilaufdioden D1 und D2 wie ein verlustarmer Wechselstromwiderstand. Der Strom in der Wechselstromlast M folgt dem Sinus der Versorgungsspannung an den Klemmen K1 und K2. Seine Amplitude bzw. seine Größe läßt sich über das Tastverhältnis einstellen.

Bei dem in der Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel benötigt man nur noch ein schnell schaltendes Schaltelement S3, welches als Schalttransistor ausgebildet sein kann für die Hilfsfrequenz. Das Schaltelement S3 kann je nach erwünschtem Laststrom mit fest eingestelltem Tastverhältnis betrieben werden, da die Versorgungswechselspannung an den Klemmen K1 und K2 für einen sinusförmigen Verlauf des Laststromes sorgt. Die Umleitung der Reverse-Ströme wird von den Schaltelementen S1 und S2, welche nur noch im Takt von 50 kHz umgeschaltet werden müssen, übernommen. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt die Umschaltung der Schaltelemente S1 und S2 stromsynchron mit Hilfe eines Stromwandlers, dessen Primärwindung den Laststrom führt und in der Zuleitung zur Last liegt. Die beiden Sekundärwicklungen des Stromwandlers sind gegenphasig und steuern mit ihrem Strom, der ein Abbild des Laststromes ist, die beiden Freilaufkreise durch die Schaltelemente S1 und S2.

Auf diese Weise erreicht man eine verlustarme Sinusstrom-Leistungsregulierung bei blindanteilbehafteten Wechselstromlasten. Man hat einen steuerbaren, verlustarmen Wechselstromwiderstand ohne Verzerrung des Last- oder Versorgungsstromes. Über den Stromwandler Tr gewinnt man eine automatische Steuerung der Freilaufkreise. Die Freilaufkreise schalten dabei netzsynchron und benötigen keine Hilfsfrequenz. Für die Hilfsfrequenz ist nur noch ein schnelles Schaltelement S3 erforderlich. Aufgrund der schüttelkolosen Schaltung ist keine Leistungsfaktorkorrektur erforderlich.

Man erreicht einen oberen Wirkungsgrad bei einfachem Aufbau. Ströme an der Last sind in der Amplitude einstellbar und sinusförmig, da der Laststrom dem Sinus der Versorgungsspannung folgt. Aufgrund der gesteuerten Freilaufdioden D1 und D2 können induktive Lasten verlustarm in Teillast, z. B. für einen Langsamlauf des Wechselstrommotors betrieben werden. Die Netzaufnahme erfolgt sinusförmig, so daß keine Leistungsfaktorkorrektur erforderlich ist. Die Netzaufnahme der Last verhält sich, abgesehen von geringen 20 kHz-Resten, wie ein ohmscher Widerstand zur Leistungsregelung, ohne daß dessen Nachteile der hohen

Verlustleistung in Kauf genommen werden müssen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Versorgung einer Wechselstromlast, bei dem die Wechselstromlast mit Hilfe der Stromrichtertechnik mit einem Effektivstrom versorgt wird, der mit einem Tastverhältnis (Puls-Pausenverhältnis) ein- und ausgeschaltet wird, dadurch gekennzeichnet, daß im Laststrom die Sinusinfor-
mation des aus dem Versorgungsnetz gezogenen Wechselstroms beibehalten wird und daß durch das Einstellen des Tastverhältnisses die Leistung der Wechselstromlast gesteuert wird und der Stromrichter halbwellenabhängig geschaltet wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in den Pausen des Tastverhältnisses Reversströme gegenphasig gesteuert in parallel zur Wechselstromlast geschaltete Freilaufkreise geführt werden. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Laststrom mit einem Schaltelement im Tastverhältnis ein- und ausgeschaltet wird. 15
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltelement über Pulsweitenmodulation ein- und ausgeschaltet wird. 20
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wechselstromlast über einen Wechselrichter versorgt wird, daß der Wechselrichter mit einer die Sinusinfor-
mation der Wechselspannung enthaltenden pulsierenden Gleichspannung versorgt und in einem von der Wechselspannungsfrequenz abhängigen Takt umgeschaltet wird, daß während einer jeweiligen Halbwelle der pulsierenden Gleichspannung ein gleichbleibendes Tastverhältnis beibehalten wird und daß das Tastverhältnis bei jedem Umschalten des Wechselrichters umgekehrt wird. 25
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Wechselrichter im jeweiligen Nulldurchgang der Wechselspannung (Netzspannung) umgeschaltet wird. 30
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß zum Ein- und Ausschalten des sinusförmigen Versorgungsstromes im Tastverhältnis Schaltelemente des Wechselrichters gesteuert werden. 35
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistung der Wechselstromlast durch entsprechendes Einstellen des Tastverhältnisses gesteuert wird. 40
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Tastverhältnis bei einer als Wechselstrommotor ausgebildeten Last zur Motordrehzahlstellung verwendet wird. 45
10. Vorrichtung zur Versorgung einer Wechselstromlast zur Durchführung eines Verfahrens nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß in den Laststromkreis ein Schaltelement (S3) geschaltet ist, welches im Tastverhältnis den sinusförmigen Laststrom ein- und ausschaltet, und daß während der Pausen des Tastverhältnisses Freilaufkreise (D1, S1 und D2, S2) gegenphasig gesteuert parallel zur Last (M) schaltbar sind. 50
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß synchron zur Versorgungsspannung oder zum Laststrom halbwellenabhängig be- 55

tätigbare Schaltelemente (S1 und S2) für die gegenphasig gesteuerte Schaltung der Freilaufkreise (D1, S1 und D2, S2) vorgesehen sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß für die Schaltbetätigung der Schaltelemente (S1 und S2) ein Stromwandler (Tr) im Laststromkreis vorgesehen ist.

13. Vorrichtung zur Versorgung einer Wechselstromlast zur Durchführung eines Verfahrens nach den Ansprüchen 1 und 5 mit einem an Wechselspannung angeschlossenen Gleichrichter, einem von der gleichgerichteten Wechselspannung versorgten Wechselrichter und einer mit dem Wechselrichter verbundenen Einstelleinrichtung zur Einstellung eines Tastverhältnisses (Puls-Pausenverhältnis) für eine entsprechende Stromversorgung der angeschlossenen Last, dadurch gekennzeichnet, daß die Gleichspannung am Gleichrichter (1) als pulsierende Gleichspannung, welche die Sinusinfor-
mation der Wechselspannung aufweist, ausgebildet ist, daß der Wechselrichter (2) mit der pulsierenden Gleichspannung versorgt ist und daß eine Umschaltsteuereinrichtung (3) zum Umschalten des Wechselrichters (2) und zum Umkehren des Tastverhältnisses im Takt der Wechselspannungsfrequenz vorgesehen ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Umschaltsteuereinrichtung (3) eine Nulldurchgangserkennungseinrichtung (4) zur Steuerung des Umschalttaktes des Wechselrichters (2) und zur Umkehrung des Tastverhältnisses aufweist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Last als induktive Last ausgebildet ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

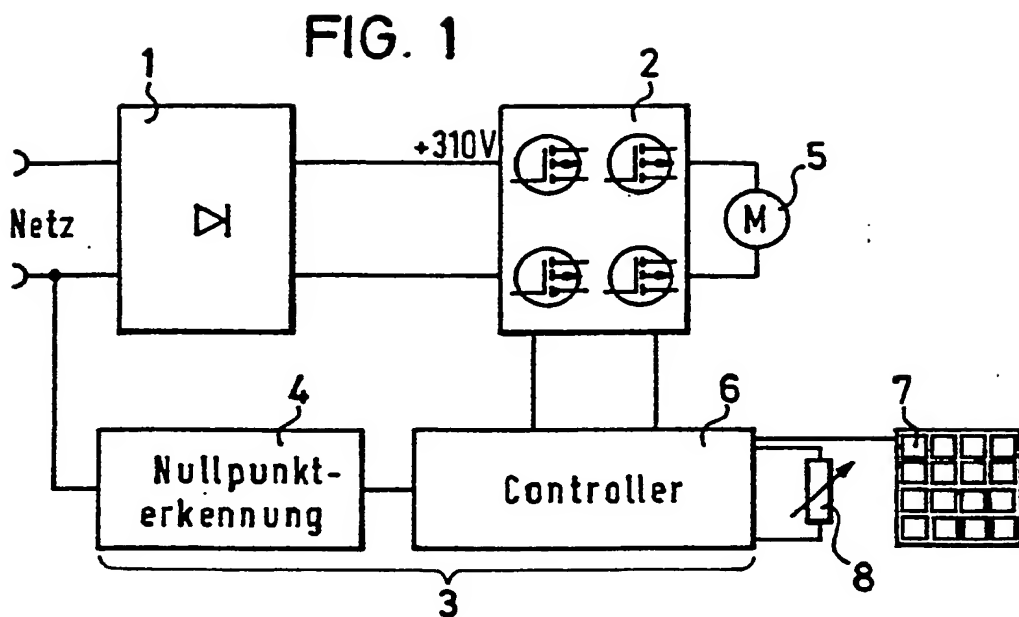


FIG. 2

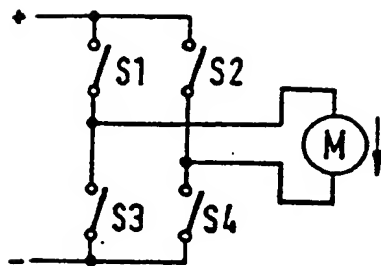
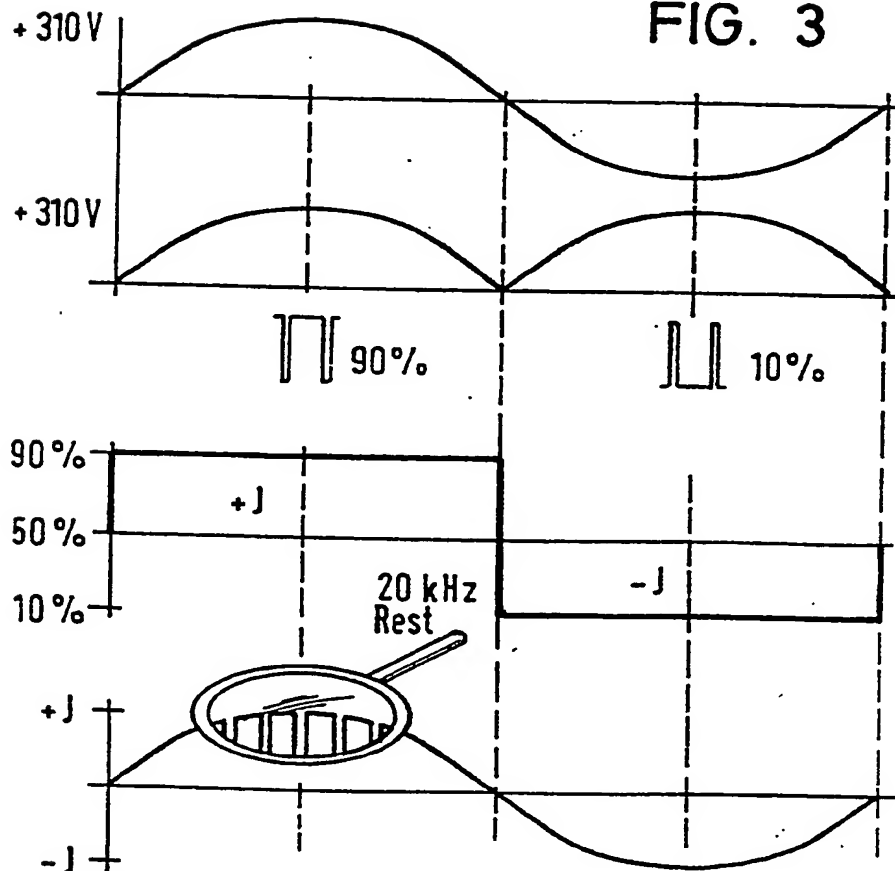


FIG. 3



Netzspannung
220 V

Spannung nach
Gleichrichter

20 kHz
Ausgangssignal
an der Last

Kurve der Tast-
verhältnisänderung

Motorstrom

Alle Kurven netzsynchron
Tastverhältniswechsel nur bei Nulldurchgang

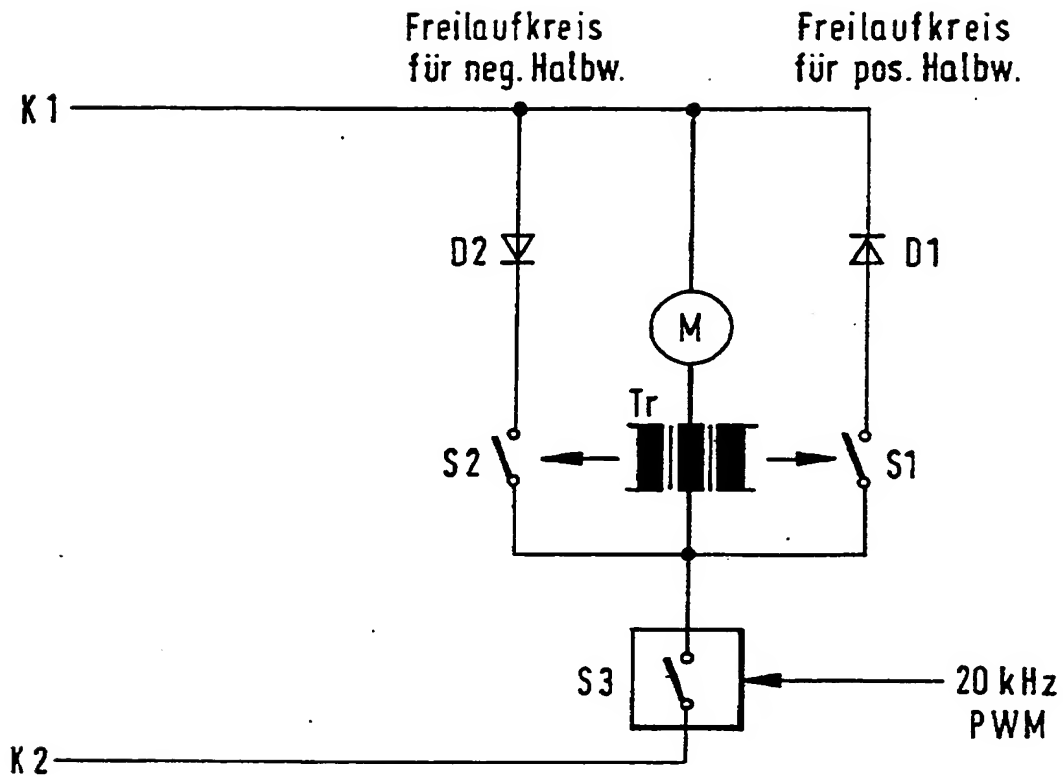


FIG. 4